

2. Структура и текстура пищевых продуктов. Продукты эмульсионной природы [Текст] / под. ред. Б.М.МакКенна; пер. с англ. под ред. Ю.Г.Базарновой. – СПб.: Профессия, 2008. – 480с.
3. Гринченко, О.О. Теоретичні та прикладні аспекти стабілізації харчових продуктів з гетерогенною структурою [Текст]: монографія / О.О. Гринченко, П.П. Пивоваров [та ін.]; Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. – Х., 2010. – 254 с.
4. Пасичный, В.Н. Пищевые добавки в производстве продуктов питания [Текст] / В.Н. Пасичный, П.Н. Сабадаш // Научно-практический журнал "Продукты & ингредиенты", 2007, №4
5. Физическая и коллоидная химия (в общественном питании) [Текст]: Учебное пособие / С.В. Горбунцова, Э.А. Муллоярова, Е.С. Оробейко, Е.В. Федоренко - 270с.
6. Марх, А.Т. и др. Технохимический контроль консервного производства [Текст] / А.Т. Марх, Т.Ф. Зыкина, В.Н. Голубев. - М.: Агропромиздат, 1989. – 304 с.
7. Тамим, А.Й. Йогурт и аналогичные кисломолочные продукты: Научные основы и технологии [Текст] / А.Й. Тамим, Р.К. Робинсон; пер. с англ. Л.А. Забодаловой. – СПб: Профессия, 2003. – 664 с.
8. Справочник по гидроколлоидам [Текст] / Г.О. Филлинс, П.А. Вильямс (ред.) // Пер. с англ. под ред. А.А. Кочетковой и Л.А. Сарафановой. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 536с.

УДК 663.243

Бурдо О.Г., д-р техн. наук, профессор

Одесская национальная академия пищевых технологий

МЕХАНОДИФФУЗИОННЫЙ ЭФФЕКТ МАССОПЕРЕНОСА ПРИ ЭКСТРАГИРОВАНИИ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ

Представлены результаты экспериментальных исследований процессов экстрагирования из растительного сырья в условиях микроволнового поля. Показано, что уникальные результаты, специфика полученного продукта никак не объясняются с позиций классической теории массопереноса при экстрагировании. Обнаруженное явление названо «механодиффузионный эффект при безградиентном волновом подводе энергии к полярным молекулам электромагнитным полем». С позиций нанотехнологий дано объяснение полученных результатов. Приведены примеры использования рассмотренного эффекта в пищевых технологиях.

Ключевые слова: пищевые нанотехнологии, массоперенос, механодиффузионный эффект, электромагнитное поле.

The results of experimental researches of the vegetable raw material extraction processes in microwave field conditions are presented. It is shown that unique results and the obtained product specificity can not be explained by the classical extraction mass carry theory positions. Discovered phenomenon is called "mechanodiffusion effect of gradientless wave energy supply to polar molecules by electromagnetic field". The explanation of obtained results are given from nanotechnologies positions. The examples of using the considered effect in food technologies are presented.

Keywords: food nanotechnologies, mass transfer, mechanodiffusion effect, electromagnetic field.

Процессы экстрагирования в современных пищевых технологиях производства сахара, масел, растворимого кофе, коньячных спиртов являются ключевыми, определяющими как качество, так и экономические показатели предприятия. Однако, как правило, это достаточно трудоемкие и низкоэффективные процессы. Проведенные в ОНАПТ исследования [1...5] показали, что использование принципов нанотехнологий (НТ) позволит существенно интенсифицировать процесс экстрагирования за счет эффекта комбинированного электрофизического воздействия импульсным электромагнитным полем (ИЭМП). При этом классические представления процессов экстрагирования [6...9] не объясняют результаты, полученные при экспериментальном моделировании.

Процессы экстрагирования в пищевых технологиях продолжительны, энергоемки. Технологии производства коньячных спиртов требуют многолетней выдержки [1, 2], при экстрагировании из зерен кофе используются высокие давления в аппарате [1, 3, 4]. Технологии извлечения масла из растительного сырья, в частности из зерен амаранта, не отвечают современным требованиям по безопасности продуктов [5]. При экстрагировании хладагентами при сверхкритических давлениях требуется громоздкое оборудование, гексановые технологии взрыво-

опасны и не обеспечивают растущих требований экологической безопасности масла.

Цель работы – разработать методы получения экологически безопасных экстрактов с высоким содержанием ценных компонентов (сквален, токоферолов, вкусовых и ароматических комплексов и пр.) при снижении уровня энергетического воздействия, энергоемкости, упрощении конструкции аппаратов и уменьшении продолжительности процесса экстрагирования.

Очевидны научно технические противоречия между растущими требованиями к качеству продукта, энергоемкости его производства и техникой экстрагирования. Выдвигается гипотеза, что решение этих противоречий лежит в плоскости поиска новых принципов организации массообменных процессов, использовании уникальных возможностей комбинированных влияний на процессы переноса, формировании сложных комбинаций движущих сил направленных на эффективное извлечение целевых компонентов из сырья.

Таблица 1

Сопоставление экспериментальных фактов при экстрагировании с литературными данными

№	Система	Сведения о параметрах процесса	Факты в условиях электромагнитного поля
1	«Древесина – водно-спиртовые растворы»	В раствор переходит до 46% древесины	В раствор перешло более 80% древесины
2	«Древесина – водно-спиртовые растворы»		Повышенное содержание ароматических компонентов
4	«зерна кофе – вода»	В раствор переходит до 30% содержимого зерен	В раствор перешло более 40% содержимого зерен
5	«зерна кофе – вода»		Повышенное содержание ароматических компонентов
6	«зерна амаранта - спирт»	Спирт практически не растворяет сквален	В полученном масле амаранта до 4% сквалена

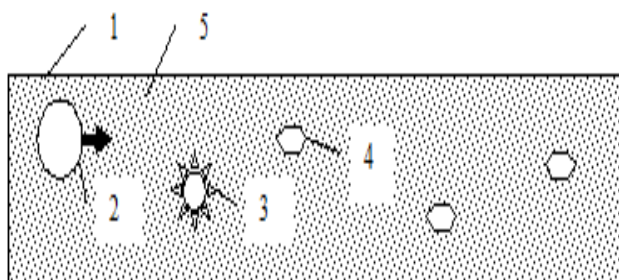


Рис. 1. Физическая схема взаимодействия компонентов и потока: 1 – стенка капилляра, 2 – паровой пузырь, 3 – нерастворимые в жидкости компоненты, 4 – слабо-растворимые компоненты, 5 – диффузионный пограничный слой

Представляется, что целесообразно искать возможности управления процессами переноса на уровне наномасштабных элементов пищевого сырья с помощью полного использования поверхностных явлений. Такие задачи отвечает определению нанотехнологий (НТ) [10, 11].

Парадигма и научные основы разрабатываемых в ОНАПТ пищевых НТ включают: гипотезу бародиффузионного переноса из наномасштабных элементов сырья [2], термодинамическую схему нанопроцесса и тепломеханическую модель растительной клетки [2, 3], кинетическую модель массопереноса [3, 4]. Проведена классификация процессов пищевых НТ [5], обоснованы перспективные пути развития пищевых нанотехнологий [12].

В разработках ОНАПТ эффективно используются возможности и преимущества электромагнитного подвода энергии [3, 4]. Для количественной оценки эффективности таких процессов автором предложено [2] число энергетического воздействия: $Bu = N (\tau w d^2$

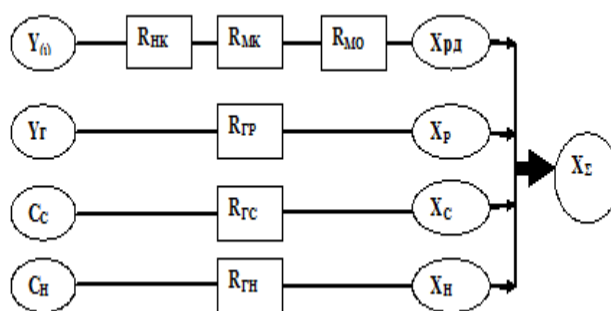


Рис. 2. Эквивалентная электродиффузионная схема сопряженных процессов переноса гидро- диффузионными потоками в системе «твердая фаза – жидкость – электромагнитное поле»

носа бародиффузией [2, 3].

На сегодняшнее время имеются факты, объяснять которые можно только с позиций нанонаук (изменения и трансформации структуры вкусовых и ароматических комплексов продукта, стерилизация микроорганизмов при пониженных температурах и т.п.). Причина этих фактов общая – действие электромагнитного поля [2-5, 12-15]. Ряд выявленных несоответствий с принятыми положениями приведен в табл.1. Вывод из табл.1 можно сделать о том, что в раствор переходит большее количество компонентов, чем может быть растворено экстрагентом.

Представляется, что объясняются эти факты тем, что в условиях электромагнитного поля можно организовать специфичный поток, который содержит хорошо растворимые компоненты твердой фазы (диффузионный поток), и практически не растворимые компоненты твердой фазы, связи которой с ней слабые. Это могут быть силы ван-дер-ваальсовы, слабые химические, механические и пр.

Таблица 2

Механизмы переноса компонентов из капиллярной межклеточной структуры

Характеристика потока	Движущая сила	Сопروتивление потоку	Масса перемещенного компонента	Модель процесса
Конвективный диффузионный массоперенос	Разность концентраций $Y - X_{рд}$	Диффузионное сопротивление, R_d	M_{p1} (поток j_1)	$\frac{dM_{p1}}{Fd\tau} = \frac{Y - X_{рд}}{R_d}$
Механический перенос растворимых веществ из пограничного слоя	Разность давлений $P_K - P_0$	Гидравлическое сопротивление, $R_{ГР}$	M_{p2} (поток j_1)	$\frac{dM_{p2}}{\rho S d\tau} = \frac{P_K - P_0}{R_{ГР}}$
Механический перенос слабо-растворимых веществ из капилляров	Разность давлений $P_K - P_0$	Сопротивление, $R_{ГС}$	M_C (поток j_3)	$\frac{dM_C}{\rho S d\tau} = \frac{P_K - P_0}{R_{ГС}}$
Механический перенос нерастворимых веществ из капилляров	Разность давлений $P_K - P_0$	Сопротивление, $R_{ГН}$	M_H (поток j_4)	$\frac{dM_H}{\rho S d\tau} = \frac{P_K - P_0}{R_{ГН}}$

$\rho)^{-1}$. С помощью этого числа проводится учет влияния действия ИЭМП. Физический смысл числа Bu заключается в том, что устанавливается соотношение между энергией излучения и той энергией, которая необходима для преобразования в пар всей воды, которая находится в продукте. В соотношении (τ – теплота фазового перехода, а ρ – плотность воды). Число Bu характеризует микро- и нанокинетику массопере-

Этот поток характеризуется механическими параметрами движущей силы, разностью давлений в капилляре и среды. Последняя может возникать в результате избирательного поглощения энергии электромагнитного источника полярными молекулами, перехода в паровую фазу наиболее летучего компонента, повышения давления в глубине капилляра. В результате появляется мощная движущая сила,

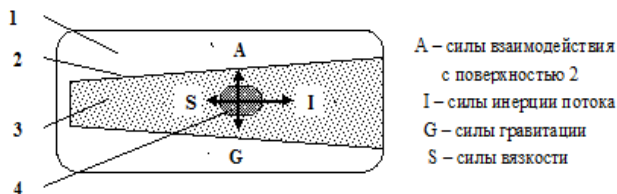


Рис.3. Баланс сил, действующих на компонент (4) в межклеточном пространстве (3) продукта (1)

гидравлический потенциал для потока из капилляра. Это сугубо механический поток, мощность которого определяется как самой разностью давлений, так и динамикой изменения давлений. Такой поток можно инициировать, им можно управлять параметрами электромагнитного поля.

Механизм процесса переноса из межклеточной структуры. Представляется, что в общем, мы имеем дело с новым явлением, новым эффектом, название которому можно дать «механодиффузионный эффект при безградиентном волновом подводе энергии к полярным молекулам электромагнитным полем». В результате генерации паровых пузырьков (2) в глубине микрокапилляра (1) повышается давление, возникает гидравлический поток, который увлекает с собой экстракт из пограничного слоя (5), нерастворимые (3) и слабо растворимые (4) компоненты (рис.1).

Таким образом, из капилляра (1) выходит диффузионный поток экстракта, который дополняется потоком целого комплекса компонентов не характерных вообще для диффузионных процессов, либо для экстрагирования конкретным экстрагентом.

Структура потока из капилляра (1) поясняется эквивалентной электрической схемой (рис.2), где $Y_{(г)}$ и $Y_{г}$ – соответственно, текущее в твердой фазе и граничное значения концентрации растворимых компонентов; X_{Σ} – суммарное значение всех перенесенных в экстракт компонентов; C_{Σ} и $C_{н}$ – соответственно, концентрации в твердой фазе слабо растворимых и нерастворимых в экстрагенте компонентов; X_{Σ} и $X_{н}$ – то же, но в экстракте. Исходя из классической теплофизической схемы массопереноса [2, 3, 4] и структуры межклеточной структуры механизм диффузионного переноса из волокнистой структуры в поток соответствует только части схемы (рис.1, 2). Последовательная цепочка диффузионных сопротивлений состоит из суммы: $\Sigma R = R_{нк} + R_{мк} + R_{мо}$. Процесс конвективной массоотдачи от поверхности продукта в поток имеет наименьшее диффузионное сопротивление ($R_{мо}$). Жидкость перемещается в микрокапиллярах к поверхности продукта, преодолевая диффузионное сопротивление ($R_{мк}$). Это конвективная диффузия в стесненных условиях (поток j_1). Диффузионное сопротивление нанокapилляров обозначено ($R_{нк}$). Это наибольшее диффузионное сопротивление, поскольку, стесненность диффузионных процессов в нанокapиллярах максимальна.

При воздействии импульсного электромагнитного поля инициируется поток жидкости из капилляров (j_2). Ранее [3, 4] этот процесс представлялся как бародиффузия. Однако это не классическая бародиффузия определенной А.В. Лыковым [6, 7]. Процесс возникает из-за растущего в капиллярах давления P_k (рис.1).

Отдельные капилляры, где достигнуты условия для генерации паровой фазы, начинают периодически выбрасывать в поток жидкость из капилляров. Жидкость из нанокapилляров выбрасывается в микрокапилляры и далее в среду преодолевая сопротивление ($R_{гп}$). По сути, это гидравлическое сопротивление. Частота таких выбросов и число функционирующих капилляров растет с ростом N - мощности излучения.

Параллельно с потоками (j_1) и (j_2) происходит перемещение слабо растворимых (поток j_3) и нерастворимых (поток j_4) компонентов.

Механизмы процессов переноса и соответствующие модели сведены в табл.2.

Суммарный поток всех компонентов в интегральной форме определится:

$$\Sigma M_i = (M_{p1} + M_{p2} + M_c + M_n) F^{-1} = \frac{Y - X_{pд}}{R_d} + \rho \left[\frac{P_k - P_0}{R_{гп}} + \frac{P_k - P_0}{R_{гс}} + \frac{P_k - P_0}{R_{гн}} \right] \quad (1)$$

Согласование текущей концентрации растворимых веществ в твердой фазе (Y) и в экстракте ($X_{pд}$) проводится по углу наклона рабочей линии процесса (в технологии связан с гидромодулем).

Соответствующие сопротивления процессам переноса определяются в зависимости от характера движущих сил. Так, для диффузионных процессов следует учитывать интенсивность массопереноса в условиях стесненной конвективной диффузии внутри капилляра (коэффициент массоотдачи β_1) и коэффициент внешней конвективной диффузии (β_2):

$$R_d = \frac{1}{\beta_1} + \frac{A}{\beta_2} \quad (2)$$

Интенсивность переноса остальных компонентов определяется балансом соответствующих сил, которые формируются в капилляре межклеточного пространства (рис.3).

Результирующая этих сил определит скорость потока конкретного компонента. При действии сил поверхностного натяжения, что характерно для микрокапилляров, связь разности давлений в капилляре (ΔP) и скорости потока (w) имеет вид:

$$\Delta P = \frac{\rho w^2}{2} \left[\frac{\lambda l}{d} + \sum \xi \right] + \rho g l + \frac{\sigma}{d} \quad (3)$$

В соотношении (3) l - длина капилляра; d - диаметр; σ - коэффициент поверхностного натяжения; λ - коэффициент трения; ξ - коэффициент местного сопротивления; ρ - плотность потока.

Нестационарное одномерное поле концентраций растворимых веществ определяется уравнением конвективной диффузии Фика:

$$\frac{dX}{d\tau} = D \frac{\partial^2 X}{\partial x^2} + \frac{\partial X}{\partial x} w \quad (4)$$

Координата x совпадает с осью капилляра. При определенных условиях второе слагаемое в соотношении (4) может практически определять интенсивность переноса растворимого компонента.

Для нерастворимых компонентов чисто диффузионный поток отсутствует:

Таблица 3

Механизмы и стадии процессов переноса компонентов из растительного сырья при безградиентном подводе электромагнитной энергии

Элементы сырья	Режим и механизм процесса	Стадии процессов
Межклеточное пространство	Массоперенос при экстрагировании за счет диффузионных механизмов	1) Поступление экстрагента в каналы; 2) Диффузия растворимых веществ в стесненных условиях капилляра; 3) Конвективная диффузия от границы раздела в среду
Межклеточное пространство	Массоперенос растворимых и нерастворимых компонентов из каналов в среду за счет инерционных сил	1) Формирование центра парообразования; 2) Рост давления в канале; 3) Выброс компонентов из каналов в среду
Объем клетки	Комбинированное энергетическое, фильтрационное и диффузионное воздействие на содержимое клетки, механическое воздействие на мембрану клетки	1) Формирование центра парообразования; 2) Рост давления в клетке, увеличение ее объема; 3) Переход компонентов из объема клетки в межклеточное пространство
Оболочка клетки	Деформация оболочки клетки за счет сил внутреннего давления	1) Повышение степени напряженного состояния мембраны клетки; 2) Увеличение диаметров проницаемых каналов мембраны; 3) Разрыв мембраны

$$\frac{dC}{d\tau} = \frac{\partial C}{\partial x} w \quad (5)$$

Для расчета значения скорости потока в уравнениях (3-5) необходимо учесть конкретные силы, действующие на компонент в капилляре.

Механизм процесса переноса из клетки. Пищевое сырье растительного происхождения и отходы многих пищевых производств являются структурированными и их необходимо активировать - разрушить структуру клеток с целью извлечения и дальнейшей переработки ценных компонентов. Основными процессами в пищевых технологиях являются: деструкция, экстракция и сушка. Рассмотрим реакцию оболочки клетки при последовательном энергетическом и механическом воздействии. В основе анализа непрерывно - гетерогенная модель системы [2].

На первом этапе изменение объема клетки V_k , температуры T_k , давления P_k и концентрации в ней растворимых компонентов C_k , представляются следующим образом.

$$\tau_0 < \tau < \tau_n; P_0 < P_a \leq P_n; T_0 < T_a \leq T_n$$

$$\frac{dV_k}{d\tau} = K \varepsilon F_k \frac{\rho_s}{\rho_k} [C_s(\tau) - C_k(\tau)] + F_k \cdot \varepsilon w + \frac{1 - \varepsilon}{r \cdot \rho_n} \cdot [q_a \cdot dK] \quad (6)$$

В соотношении (6) первое слагаемое учитывает эффект массопереноса, второе - изменение объема за счет инфильтрации, а третье - изменение объема за счет теплопередачи при частичном парообразовании. В (6) приняты обозначения: K - коэффициент массопереноса; F_k - площадь поверхности оболочки клетки; ε - доля каналов в оболочке; ρ_s , ρ_k , ρ_n - плотность, соответственно, жидкости в межклеточном объеме, в клетке и пара, образовавшегося в клетке; q - плотность теплового потока; w - скорость истечения; C - доля сухих веществ. Тепловой поток, передаваемый клетке, расходуется на нагрев "сухой" части, нагрев и частичное испарение жидкости:

$$Q_k = \int_0^{\tau} \int_0^V c_{pc} \{ [1 - C_k(\tau)] V_k(\tau) \} \rho_c dV d\tau + \quad (7)$$

$$\int_0^{\tau} \int_0^V c_{pb} \cdot C_k(\tau) \cdot V_k(\tau) dV d\tau + \int_0^{\tau} \int_0^V q_v dV d\tau$$

На втором этапе выдержка необходима для осуществления массопереносных процессов. На третьем этапе происходит резкий сброс давления, что приводит к интенсивному выходу содержимого через поры клеточной оболочки, следствием чего является интенсификация процесса последующего экстрагирования. Степень разрыва клеточных оболочек во всей реакционной массе определяет степень активации. При определенных условиях возможно увеличение диаметра пор в клеточных стенках, а также частичный либо полный разрыв оболочки. В этом случае задачу можно представить в виде известной модели напряженного состояния сферической оболочки со сквозными отверстиями [3].

Комбинированные процессы переноса из растительного сырья при экстрагировании. Выполненный выше анализ позволяет поставить задачу исследования комбинированных процессов переноса компонентов из всех элементов растительного сырья. Выделены возможные механизмы процессов переноса, рассмотрены режимы и стадии процессов в системе «объем клетки - оболочка - межклеточное пространство - среда». Результаты анализа сведены в табл.3. Научные гипотезы подтверждены на практике. В условиях коньячного производства прошли испытания экстрактора с электромагнитным интенсификатором. В различных режимах эксплуатации интенсивность массопереноса возрастала в десятки и тысячи раз. Дегустаторы отметили положительные структурные изменения в продукте, в первую очередь ароматических компонентов. Появляется возможность на наномасштабном уровне строить букет коньячного

спирта. В технології кофе ступінь извлечения компонентів із зерен підвищується на 15%. Обеспечується атмосферне тиск в апараті, температура процесу не вище 100°C. Енергетичні витрати зменшуються на 50%. Пробні зразки розчинного рідкого 60% концентрату кофе «ЖИКО» мають високі смакові характеристики [1].

Використання нанотехнологічних підходів дозволило отримати чисту воду з вмістом солі менше 4мг/кг [16, 17], екологічно чистої концентрат рідкого диму і масла [13]. Розглянуті механізми здатні суттєво інтенсифікувати процеси активації сировини, активації і інактивації мікроорганізмів [13, 14].

Висновки. При екстрагуванні в умовах електромагнітного поля можливо виникнення специфічного потоку із міжклітинного простору нерозчинних екстрагентів компонентів. Такого ефекту

обнайдено вперше і йому дано назву «механодифузійний ефект при безградієнтному хвильовому підводі енергії до полярних молекул електромагнітним полем». Для ініціювання механодифузійного ефекту при екстрагуванні вимагається чітке узгодження структурних характеристик сировини, особливостей екстрагентів і параметрів електромагнітного поля. Результатом організації таких процесів може бути: підвищення виходу цільових компонентів, перехід в розчин цінних компонентів, які не вилучалися традиційними методами (ароматичних комплексів, компонентів смаку і пр.). Відкриваються нові можливості для створення технологій кофе, коньяків, рослинних масел, екстрактів з підвищеним вмістом цільових компонентів і при осягає зменшенні енергетичних витрат.

Поступила 11.2012

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бурдо, О.Г. Енергетичний моніторинг харчових виробств [Текст] – Одеса: Поліграф, 2008 – 244с.
 2. Бурдо, О.Г. Наномасштабні ефекти в харчових технологіях [Текст] // Інженерно-фізичний журнал. Мінськ, т.78, № 1.-2005. - С.88-93.
 3. Бурдо, О.Г. Еволюція сушильних установок [Текст] – Одеса: Поліграф, 2010 – 368с.
 4. Бурдо, О.Г. Екстрагування в системі «кава- вода» [Текст] / О.Г. Бурдо, Г.М. Ряска.- Одеса, 2007.- 176с.
 5. Бурдо, О.Г. Мікро – і нанотехнології – новий напрям в АПК [Текст] // Наукові праці. – Випуск 29. - Одеса: Одеська національна академія харчових технологій -2006.-С.3-9.
 6. Лыков, А.В. Теорія сушки [Текст] - М.: Енергія, 1968. 472 с.
 7. Рудобашта, С.П. Массоперенос в системах с твердою фазой [Текст] - М.: Хімія, 1980. 248 с.
 8. Акулич, П.В. Термодинамічні процеси в техніці сушки [Текст] - Мінськ: Інститут тепло- і масообміну ім. А.В.Лькова НАНБ, 2002.-268с.
 9. Ефремов, Г.И. Макрокінетика процесів переносу [Текст] - М.:2001.-289 с.
 10. Рынок нано: от нанотехнологий к нанопродуктам [Текст] / Г.Л. Азоева.- М.: БИНОМ, 2011. - 319с.
 11. Головин, Ю.И. Наномір без формул [Текст] – М.: БИНОМ. Лабораторія знань, 2012.- 543с.
 12. Бурдо, О.Г. Нанотехнології. Флагманські, перспективні і фундаментальні проекти в АПК [Текст] //Наука. праці Од. націон. акад. харчових технологій. – Одеса: 2006. – Вип.28, Т2. – с.242-251.
 13. Бурдо, О.Г. Енергетична ефективність харчових нанотехнологій. [Текст] / О.Г. Бурдо, О.Б. Рибина, А.С. Сталімовська // Інтегровані технології та енергозбереження – Харків: НТУ „ХПІ” 2006.–№2.
 14. Бурдо, О.Г., Рыбина О.Б. Процеси інактивації мікроорганізмів в мікрохвильовому полі [Текст] / О.Г. Бурдо, О.Б. Рыбина – Одеса: Поліграф, 2010 – 200с.
 15. Бурдо, О.Г. Електромагнітні технології обезводження сировини [Текст] / О.Г. Бурдо, С.Г. Терзієв, І.І. Ярової, А.А. Борщ // Problemele energeticii regionale, Chisinau, №1 (18), 2012.- pp.69- 79.
 16. Burdo, O.G. Intensification of processes of low-temperature separation of food solutions [Text] / O.G. Burdo, E.A. Kovalenko, D.A. Kharenko // Applaid Thermal Engineering, № 28 2008. - pp. 311- 316.
 17. Бурдо, О.Г. Техніка заморожування [Текст] / О.Г. Бурдо, С.І. Милінчук, В.П. Мордінський, Д.А. Харенко – Одеса: Поліграф, 2011 – 294с.
- УДК 547.458-044.963:[664.853.046:634.11]

СТОРОЖУК В.М. канд. техн. наук., доцент, САПОЖНИКОВА Н.Ю. асистент

Одеська національна академія харчових технологій

ЗАКОНОМІРНОСТІ ТЕРМІЧНОЇ ДЕСТРУКЦІЇ ПЕКТИНОВИХ РЕЧОВИН ЯБЛУК

В роботі досліджено вплив температури, тривалості обробки та рН на швидкість розщеплення протопектину. Визначено кінетичні константи (D) та розраховано константи швидкості руйнування протопектину яблук (K). Одержані закономірності термічної деградації дозволяють регулювати співвідношення розчинних і нерозчинних пектинових речовин у пектиновмісних напівфабрикатах, регулюючи процеси структуроутворення та стабільності консистенції різних харчових продуктів.

Ключові слова: протопектин, пектин, термічна деградація, константи.

There has been calculated the kinetic constant of the fracture velocity of apple protopectin from the processing conditions, namely the temperature and the pH. The regularities of thermal destruction can be used for controlling the ratio of soluble and insoluble pectin in the product.

Keywords: properties, pectin, thermal degradation, constants.

Термічна обробка – невід’ємна складова будь-якої технології виробництва консервованих продуктів - це попередня теплова обробка сировини, стерилізація (пастеризація). Поряд з безумовними перевагами термічної обробки, такими як розм’якшення тканини, надання еластичності сировині, видалення повітря, інактивація ферментів, забезпечення мікробіологічної

безпеки готового продукту та його стабільність при наступному зберіганні, є й ряд суттєвих недоліків. Теплова обробка викликає неминуче зниження органолептичних властивостей та харчової цінності готового продукту.

Зміна окремих показників, яка має місце під дією тепла, буває різною в залежності від сировини (продукту).

Яблука широко використовуються для промислової переробки на території України. Зокрема, з них виготовляють соки з м’якоттю, нектари, соуси, пасти, повидла та джеми, пюре-напівфабрикати, продукти для дитячого та лікувально-профілактичного харчування. Традиційні технології виробництва цих продуктів передбачають обов’язкову попередню теплову обробку сировини при температурі 95 ± 2 °C впродовж 5...15 хв, при якій спостерігається деградація пектинових речовин яблук, що веде до руйнування нерозчинних форм пектину, збільшення розчинних полісахаридів і, відповідно, до підвищення в’язкості